

REMARKS

Please reconsider the application in view of the above amendments and the following remarks. Applicant thanks the Examiner for carefully considering this application and for indicating that claims 11-16, 18-25, and 31 contain allowable subject matter.

Disposition of Claims

Claims 1-34 are pending in this application. Claims 1 and 32 are independent. The remaining claims depend, directly or indirectly, from claims 1 and 32.

Rejection(s) under 35 U.S.C. § 102

Claims 1-3 and 32 are rejected under 35 U.S.C. § 102(a) as being anticipated by US Patent No. 6,885,801 ("Shankar"). This rejection is respectfully traversed.

Applicant notes that in the Advisory Action mailed June 22, 2009, the Examiner acknowledges that the conception date for the present invention occurred before the priority date of the Shankar reference. Applicant thanks the Examiner for considering the revised 37 C.F.R. § 1.31 Declaration ("revised Declaration") previously filed and acknowledging the present invention's earlier conception date.

However, with respect to diligence, the Examiner continues to assert that the exact date of reduction to practice and the evidence showing diligence is lacking. In response, Applicant respectfully points out that the exact date of reduction to practice is the constructive reduction to practice performed by filing the foreign application to which the present application claims priority, on July 18, 2002.

Further, the Examiner asserts that the evidence documents submitted are not translated. In response, Applicant hereby submits translations of relevant portions of five of the ten original

evidence documents submitted on June 2, 2009. A spreadsheet provides the name, date, and title of each document of which portions have been translated. Translations were made by co-inventor Aymeric Perchant. The translated portions correspond directly to material discussing image processing, which is the concept of the present invention.

Further, the Examiner admits in the Advisory Action dated June 22, 2009, that the last page of the laboratory notebook page indicate that the algorithm was still being “tweaked.” Applicants assert that this supports Applicants’ position that diligence continued after August 2001 (when the laboratory notebook pages end) and was carried through until the filing of the foreign patent application on July 18, 2002. As evidence of furtherance of the concept of the present invention, the translated diligence documents show diligence from November 2001 (the earliest date of the documents provided) until March 2002 (the latest date of the documents provided).

The Examiner asserts that inventor Frederic Berier’s contribution is not shown in the revised Declaration. Applicant respectfully asserts that there is no requirement in the rules under MPEP § 2138.06 that each inventor’s contribution be shown when proving diligence. Further, each inventor’s contribution does not have to be equal. *See* MPEP § 2138.06.

In view of the above, the Applicant asserts that all evidence required by the Examiner, including translated pages of relevant laboratory notebook pages clearly showing a date of conception, and diligence evidence, is submitted by this reply. Accordingly, favorable consideration of the evidence documents detailing diligence from November 2001 to August 2002 is respectfully requested.

Rejection(s) under 35 U.S.C. § 103

Claims 4-5 stand rejected under 35 U.S.C. § 103(a) as being unpatentable over Shankar in view of NPL document “Hybrid Image Segmentation Using Watersheds and Fast Region Merging” (hereinafter “Harris”). Claims 7-10 stand rejected under 35 U.S.C. § 103(a) as being unpatentable over Shankar in view of Harris, and further in view of US Patent No. 4,926,257 (“Miyazaki”). Claims 26-30 and 34 are rejected under 35 U.S.C. § 103(a) as being unpatentable over Shankar in view of US Patent No. 5,764,809 (“Nomami”). For the reasons set forth below, these rejections are respectfully traversed.

Each of the aforementioned §103 rejections are based on Shankar as the primary reference. As described above, Shankar is not valid prior art to this application, as evidenced by revised Declaration filed on June 2, 2009, and the translations of relevant portions of the diligence documents. In view of the above, Shankar may not be used to support the aforementioned 35 U.S.C. § 103 rejections. As the various secondary prior art references admittedly fail to teach all of the elements of the claims, as is evidenced by the fact that they are cited solely to teach specific features recited in dependent claims, it is clear that the various secondary prior art references, whether considered alone or in combination, cannot render the claims of the present application obvious.

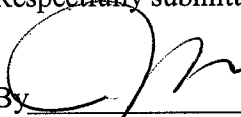
In view of the above, withdrawal of the aforementioned rejections with respect to the dependent claims is respectfully requested.

Conclusion

Applicant believes this reply is fully responsive to all outstanding issues and places this application in condition for allowance. If this belief is incorrect, or other issues arise, the Examiner is encouraged to contact the undersigned or his associates at the telephone number listed below. Please apply any charges not covered, or any credits, to Deposit Account 50-0591 (Reference Number [17542/005001]).

Dated: September 8, 2009

Respectfully submitted,

By 
Jonathan P. Osha
Registration No.: 33,986
OSHA · LIANG LLP
909 Fannin Street, Suite 3500
Houston, Texas 77010
(713) 228-8600
(713) 228-8778 (Fax)
Attorney for Applicant

Attachments (Translations of diligence documents)

Filename	Month	Date	Title	Authors	Description/link with image processing	Translated pages
MEMO_acquisition NOV2001.ps	11	2001-11-27	Image Acquisition in November 2001	Georges Le Goualher	Image Acquisition protocol with the tomoscope prototype to acquire proper raw image for image processing testing.	Objective, the protocol
MEMO_devlog.ps	2	2002-02-01	Software Development	Georges Le Goualher	Software architecture, including image processing.	Intro, section 6, drawing
ManuelUtilisation V1.2	2	2002-02-04	Cellvizio User Guide V1.2	Georges Le Goualher, Aymeric Perchant	Software guide as a web page. Screenshots show the fiberdetect functionality, the background subtraction.	Application.html: Sec. 3
ReferenceImageCell-2002-02-07.ps	2	2002-02-07	Reference Guide of ImageCell module	Aymeric Perchant	image reconstruction. Results from the Nov. 2001 database and algorithm block-diagram are shown. First release.	Page 5 to 23
FMODIF interface_cellViZio.ps	3	2002-03-18	Functional Requirement of Software Interface for Software prototype	Georges Le Goualher, Aymeric Perchant	Requirements of the first software prototype controlling the tomoscope, former name of Cellvizio prototype device, and including image processing capabilities.	Introduction, page 2, par on Image Processing

MODIFICATION DE L'INTERFACE GRAPHIQUE DU MODULE D'ACQUISITION CELL-VIZIO

Auteur du mémo : Florence Meusbürger

Date : 11 03 2002

Diffusion : interne

Section : développement informatique

Version : *Revision* : 1.5

Référence du document : \$Id: FMODIF_interface_cellVizio.tex,v 1.5 2002/03/18 12:51:19 Florencem Exp \$

Modification of the graphical interface of the acquisition module for the Cell-vizio

Author: Florence Meusbürger

Date: March, 11th, 2002

1 Introduction

Ce document est le cahier des charges des modifications à apporter à l'interface graphique actuelle du prototype Cell-vizio, dans le cadre de la mise en conformité du prototype avec la réglementation applicable (APAVE).

2 Modifications :

Lancement et sauvegarde de l'acquisition d'images :

Seuls deux boutons permettent de commander l'acquisition des images : le bouton *Start/Stop* et le bouton *Save*. On supprime le bouton *Pause/Continue* qui n'a pas grand intérêt pour l'utilisateur standard.

Langue : Il faudrait que l'interface soit disponible dans diverses langues : l'utilisateur choisirait celle souhaitée. Pour l'instant, l'anglais est imposé.

Paramètres électroniques :

Les paramètres électroniques une fois réglés n'ont plus besoin d'être modifiés. C'est pourquoi, la zone de saisie des paramètres électroniques disparaît de la fenêtre principale du module d'acquisition. Mais, il faut pouvoir modifier ces paramètres en cas de dérèglement. L'entrée "Parameters" du menu "Calibration" entraîne l'ouverture d'une fenêtre de modification des paramètres électroniques. L'accès à cette fenêtre doit être limité aux personnes autorisées. Pour cela, deux possibilités :
- On peut mettre en place un système de login au lancement de l'application permettant de différencier les utilisateurs. On distingue deux "types" d'utilisateurs de l'application : le "simple utilisateur" et "l'administrateur". Seuls les "administrateurs" ont accès à la fenêtre des paramètres. Ceci implique qu'un utilisateur se charge de créer un "compte utilisateur" pour chaque utilisateur, et que chaque utilisateur se logue pour pouvoir lancer l'application, ce qui est tout de même contraignant. Cependant, cela permettrait de garder la trace dans un fichier des différentes actions des utilisateurs, mais est-ce vraiment utile ?

1. Introduction

This document in the specifications of the modification of the current graphical interface of the Cell-vizio prototype, for the conformance of the prototype with current regulations (APAVE).

- Une autre solution consiste à demander un mot de passe à l'ouverture de la fenêtre des paramètres. Seuls les détenteurs du mot de passe ont accès à la fenêtre des paramètres. Ce mot de passe est entré une seule fois, à la première ouverture de la fenêtre.

La fenêtre des paramètres ressemble fortement à la zone des paramètres actuelle. Le bouton *send* est supprimé (pour éviter d'oublier...) : tout changement entraîne la modification immédiate de l'électronique. L'utilisateur a la possibilité d'enregistrer une configuration de paramètres avec le bouton *save*, configuration qui sera automatiquement chargée au lancement de l'application. Suite à des modifications des paramètres, il peut recharger la configuration sauvegardée avec le bouton *load*. Cette fenêtre peut rester ouverte pendant l'acquisition.

Certains paramètres électroniques sont cependant directement accessibles dans la fenêtre principale du module d'acquisition et modifiables par tout utilisateur : la résolution de l'image (640x640, 512x512, ou 384x384), et le "horizontal time shift". Leur modification est prise en compte instantanément.

Traitements d'images :

La fenêtre de traitement d'images est conservée : l'utilisateur a le choix du nombre d'images à "bufferizer" : il peut lancer l'acquisition de fond avec le bouton *Background*, soustraire le fond avec le bouton *Subtraction*, et lancer le traitement d'une image avec *ImageCell*. En revanche, l'évolution des boutons *FiberDetect* et *TempMean* va dépendre de la faisabilité de traitements en parallèle de l'acquisition.

Il faudrait mettre en place un système qui, au cours de l'acquisition, détermine si la détection des fibres estimée auparavant est correcte, ou si elle doit être refaite. Ainsi, on détecte les fibres au lancement de l'application, puis quand le système le juge nécessaire, suite à l'accord de l'utilisateur. Le bouton *FiberDetect* sera alors supprimé.

Pour la moyenne temporelle, l'idéal serait de la calculer régulièrement et de la soustraire aux images acquises ; il reste à déterminer si on a le temps de le faire en temps réel... Si tel est le cas, le bouton *TempMean* deviendra un "toggle button" : la moyenne sera soustraite si et seulement si le bouton est enfoncé.

Ainsi l'interface ne contiendra plus que quatre boutons de traitement : *Background*, *Subtraction*, *TempMean* et *ImageCell*.

Sécurité laser :

Lorsqu'on démarre le soft, le laser est automatiquement éteint. L'allumage du laser s'effectue deux secondes après le lancement de l'acquisition avec *start*, pendant lesquelles un message clignotant "laser on" apparaît à l'écran. Pendant ces deux secondes, la procédure d'activation de l'émission laser peut être interrompue par un *stop*. Puis un témoin bleu bien visible à l'écran indique que le laser est allumé, pendant toute la durée de l'émission. L'appui sur le bouton *stop* entraîne l'arrêt du laser.

Sauvegarde du fonctionnement du logiciel :

Il serait intéressant d'enregistrer dans un fichier quand et pendant combien de temps le logiciel a été utilisé, ainsi que les exceptions générées au cours de l'utilisation du logiciel ; ceci afin d'estimer le bon fonctionnement du logiciel et de déceler les bugs.

Améliorations à apporter au viewer :

Voici une liste non exhaustive des améliorations envisageables pour le viewer :

- trouver un moyen de diminuer le scintillement engendré par la visualisation d'un film.
- dans la ViewPalette, les seuils de couleur ne sont pas manipulables de manière intuitive. Pour l'instant, on fixe les seuils à l'aide de clics droit ou gauche de souris. Il serait

Image Processing:

The image processing window is kept: the user can chose the number of image to use in the buffer, he can launch the background acquisition using the background button, subtract the background using the subtraction button, and launch image processing using ImageCell. However, the evolution of the FiberDetect and TempMean buttons will depend on the technical feasibility of the processing during acquisition.

We should work on a system that could, during acquisition, assess if the fiber detection previously estimated is correct, or if it has to be re-estimated.

For the temporal averaging, the best would be to compute it regularly, and subtract it to the acquired images ; we still have to know if it can be done in real time... If yes, the TempMean button will become a "Toggle button" : the averaging will be subtracted if and only if the button is enabled.

Therefore, the interface will contain more than four processing buttons: Background, Subtraction, TempMean and ImageCell.

peut-être plus facile d'ajouter des "barres" sur la ViewPalette, matérialisant les seuils.

- On n'analyse pas l'image ou le film affiché afin de trouver sa palette de couleur. Quand on affiche la palette associée à l'image ou au film ouvert, on suppose toujours que c'est une palette en niveaux de gris...
- permettre à l'utilisateur de choisir la zone à zoomer à l'aide de la souris. Pour l'instant, la zone zoomée est la région en haut à gauche de l'image. On peut par la suite se déplacer dans l'image zoomée à l'aide de la souris ou des flèches.

Application Logicielle du Cell-ViZio

Software for Cell-ViZio (aka tomoscope in project)

Introduction






L'application associée au Cell-ViZio peut être lancée à l'aide de l'icône **mktTEST**

L'application contient une fenêtre principale (mktApp) permettant de visualiser un browser (modBROWSER), de lancer un module d'acquisition (modACQ), ainsi qu'un module de visualisation et de traitement (modPROCESSING).

Scénario d'utilisation standard






1. Ouvrir l'application à l'aide de l'icône **mktTEST**
2. Créer à l'aide du bouton  un nouveau "Patient". Entrer son identifiant. Cette action crée un nouveau "Patient" et initialise sa hiérarchie \$Name/Exam1/Study1 ;
3. Sélectionner l'icône "Study1" dans la troisième colonne (noter que l'on peut renommer cette icône avec le bouton droit de la souris, ou créer une nouvelle étude à l'aide de l'icône ) ;
4. Lorsqu'une étude est sélectionnée, l'icône  devient active;
5. Cliquer sur cette icône pour lancer le module d'acquisition,
6. Une fenêtre de dialogue s'ouvre : rentrer le préfixe des images que vous allez sauvegarder dans l'étude ou cliquer sur **OK** pour enregistrer les images avec le préfixe par défaut (im)

Introduction


The Software associated with Cell-viZio is launched from the icon mktTest.

The software presents a main window (mktApp) with a browser visualization (modBrowser), and can launch the acquisition module (modACQ) and a visualization module with processing (modPROCESSING)

Standard use scenario

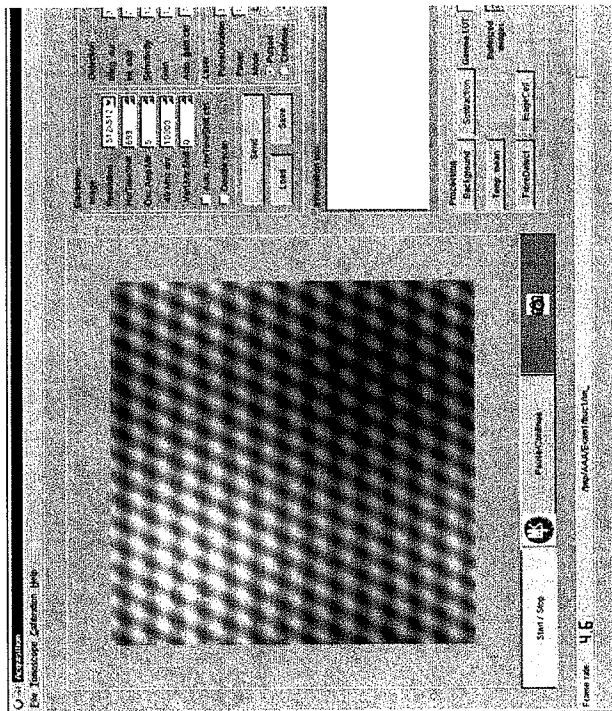
1. Open software using the mktTest icon
2. Using button  create a new "patient". Enter his identification. This action creates a new "patient" and initialize the directories \$Name/Exam1/Study1 in the folders.
3. Select the "Study1" in the third column (note that you can rename this icon with a right click on the mouse, or create a new one with the icon ).
4. When a study is selected, the icon  becomes active
5. Click on this icon to launch the acquisition module
6. A dialog window opens : enter the image prefix that you will use for storage, or click OK to use the default prefix.

7. The acquisition module is displayed full screen. Click on the **Start/Stop** button to launch acquisition
8. When the image is relevant, click on **Pause/Continue** (or the left button of the footswitch) to freeze the image and/or continue
9. Click on the **Save** button or on the right button of the footswitch to save the image with its image buffer. Is the **Save** button is used, a dialog box opens: enter the suffix for the image you want to save (e.g. surf) or **OK** for the default suffix (a number). If the footswitch is used, a default suffix (number) is used.
10. After image saving, the acquisition resumes automatically
11. At the end of the session, click on the **Start/Stop** button to stop acquisition
12. Quit the acquisition module with the close button from the main menu to come back to the browser.
13. Double click on the image icon to visualize it in the modProcessing module.

7. Le module d'acquisition s'affiche en plein écran. Appuyer sur le bouton **Start/Stop** pour commencer l'acquisition.
8. Lorsque l'image est intéressante appuyer sur le bouton **Pause/Continue** (ou le bouton gauche de la pédale d'acquisition) pour faire un arrêt sur image et/ou continuer.
9. Appuyer sur le bouton **Save** ou sur le bouton droit de la pédale d'acquisition pour sauvegarder l'image ainsi que le buffer d'images associé. Si le bouton **Save** est utilisé, une boîte de dialogue s'ouvre: rentrer le suffixe de l'image que vous voulez sauvegarder. (par ex. surf) ou **OK** pour un suffixe par défaut (un numéro). Si la pédale est utilisée un suffixe par défaut (un numéro) est utilisé.
10. Après sauvegarde de l'image l'acquisition reprend automatiquement;
11. En fin de session appuyer sur le bouton **Start/Stop** pour arrêter l'acquisition.
12. Quitter le module d'acquisition avec l'élément **close** du menu principal pour revenir au browser.
13. Double-cliquer sur une icône image  pour la visualiser avec le module modProcessing

Présentation des différents éléments

1. Le module Browser (modBROWSER)
-



Le module d'acquisition permet de visualiser les images provenant du Cell-VIZio, permet de faire différentes opérations standards d'arrêt sur image et de sauvegarde, permet également d'effectuer des contrôles automatiques ou interactif de l'électronique associée au Cell-VIZio.

1. Section "Lancement/Arrêt sur Image/Sauvegarde"



- **Start/Stop:** Start Permet de lancer l'acquisition: les images s'affichent à l'écran dans la zone image. Stop cesse l'acquisition.
- **Pause/Continue:** Permet de faire un arrêt sur image et de reprendre l'acquisition.
- **Save (appareil photo):** Permet de sauvegarder l'image courante affichée à l'écran ainsi que le buffer d'images (N images précédant l'image courante). N est spécifié dans la zone "bufferized image" (voir section processing). Un code couleur permet à l'export d'avoir une idée sur la

contenance du buffer:

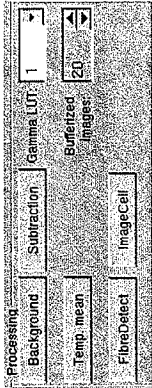
- rouge : sauvegarde impossible (le buffer n'est pas plein)
- vert : sauvegarde possible (le buffer est plein) par contre toutes les images contenues dans le buffer n'ont pas été acquises avec le même jeu de paramètres électronique (un ou plusieurs Send) ont été effectués.
- vert : sauvegarde possible (le buffer est plein). Les images contenues dans le buffer ont été acquises avec le même jeu de paramètre électronique.

2. Section "Status bar"



- **Frame rate** : Affiche le nombre d'image effectivement affiché à l'écran
- **DB Root** : Affiche le lieu courant d'enregistrement dans l'arborescence du browser. Cet emplacement peut être changé sans fermer le module : basculer vers le module browser (avec ALT+TAB par exemple), change le DB Root avec le bouton correspondant, puis revenir dans le module d'acquisition.
- **Progress bar** : Quand les traitements sont longs, une barre de progression s'affiche en bas à droite.

3. Section "Processing" (réservé Expert MKT)



- **"Background"** : Permet de faire une acquisition de la réflexion parasite en vue de faire une soustraction du fond
- **"Subtraction"** : Permet d'effectuer la soustraction du fond (réflexion parasite)
- **"Temp. Mean"** : Permet de calculer une moyenne temporelle à partir des images bufferisées
- **"Gamma LUT"** : Permet d'effectuer une transformation en gamma afin d'améliorer la lisibilité de l'image
- **"Bufferized Images"** : Permet de spécifier le nombre d'images gardées dans le buffer d'acquisition
- **"FiberDetect"** : permet de lancer la procédure de détection des fibres et de la calibration. Ce bouton prend en compte le fond acquis si le mode subtraction est actif. Si le mode subtraction n'est pas actif, le fond de l'image est estimé automatiquement. A la fin du traitement, l'image des fibres avec le taux d'injection normalisé est affiché. Une fibre blanche indique une bonne injection, une fibre sombre indique une injection faible.
- **"ImageCell"** : Ce bouton est actif si un FiberDetect a déjà été effectué. Les fibres détectées sont alors utilisées pour reconstruire l'image de ce qui a été acquis par l'appareil, en corrigeant le vignage de l'optique, et les défauts d'injections. Comme pour le bouton FiberDetect, le fond est ici pris en compte seulement si le mode subtraction est actif. Dans le cas contraire, ce fond est estimé automatiquement.

3. Section "Processing" (for MKT expert only)

"Background": permits the acquisition of the ghost reflexion for subtraction.

"Subtraction": Permits the subtraction of the background (ghost reflection).

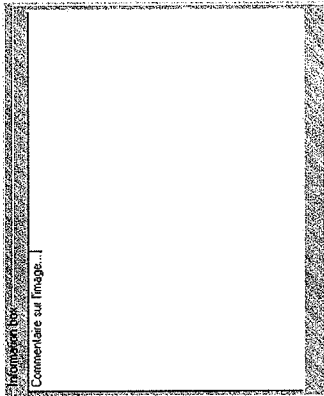
"Temp. Mean": Permits the computation of the temporal averaging of the buffered images.

"Gamma LUT": Permits a gamma transform to improve image contrast

"FiberDetect": launch the process of fiber detection and calibration. This button uses the acquired background if the subtraction button is enabled. If the subtraction mode is disabled, the image background is automatically estimated. At the end of the processing the fiber image with the normalized injection rate is displayed. A white fiber indicates a good injection rate, a dark fiber a weak injection.

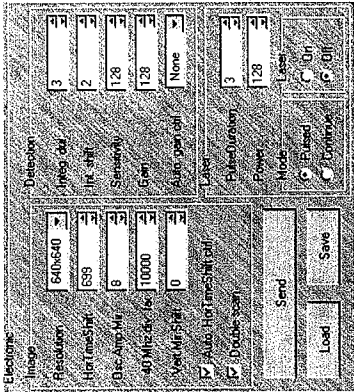
"ImageCell": this button is enabled if a "fiberdetect" was activated before. The detected fibers are used for image reconstruction of the acquired data, correcting optical vignetting and injection defects. Working like the fiberdetect button, the background is used only if the subtraction mode is enabled. Instead, the background is estimated automatically.

4. Section "Information Box "



- Permet de rentrer un commentaire qui sera associé à l'image. Ce commentaire sera enregistré dans le fichier ".cfig" associé à l'image.

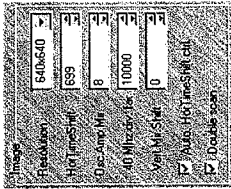
5. Section "Electronic " (réservé Expert MKT)



Permet de régler de façon interactive (à l'aide du bouton **Send**) certains éléments du boîtier opto-électronique. Un contrôle automatique de certains paramètres peut également être réalisé. Le document de référence concernant cette section est [CommandesParti.ePartiSerie.doc](#)

1. Sous Section "Image"

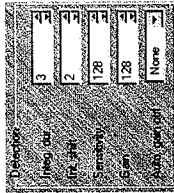
Permet d'agir sur le système de balayage.



- **"Resolution"**: (RESH, N1, N2, RESV, chaîne 1, [CommandesParLePortSerie.doc](#))
Echantillonnage de la zone observée. Le mode par défaut est 640x640, caractérisé par une période d'échantillonnage Tc=100ns
- **"Hor TimeShift"**: Horizontal Time Shift: (paramètre T1, chaîne 1, [CommandesParLePortSerie.doc](#)) Décalage entre le début de la ligne de balayage et le début de l'image.
- **"Osc.Ampl.Mir."**: Oscillating Amplitude Mirror (chaîne 2, [CommandesParLePortSerie.doc](#)) Amplitude du miroir oscillant. Ce paramètre ne fonctionne qu'en mode forcé, mode que nous n'utilisons jamais.
- **"40 Mhz div fac."**: 40 Mhz division factor (chaîne 1, [CommandesParLePortSerie.doc](#)) Facteur utilisé uniquement dans le mode forcé, mode que nous n'utilisons jamais.
- **"Vert.Mir.Shift"**: Vertical Mirror Shift (chaîne 2, [CommandesParLePortSerie.doc](#)) Décalage vertical du miroir. Permet de déplacer verticalement la zone balayée d'un angle de +/- 0.5°
- **"Auto.Hor.TimeShift.ctrl."**: Automatic Horizontal TimeShift control: Permet d'agir automatiquement sur le réglage du paramètre **Hor TimeShift**. Cf. [mémo : Contrôle Automatique du Décalage Ligne](#).
- **"Double Scan"**: (MSB paramètre T1, chaîne 1, [CommandesParLePortSerie.doc](#)) Mode double balayage. Il s'agit d'un mode utilisé systématiquement.

2. Sous Section "Détection"

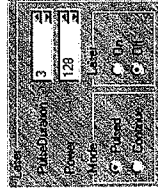
Section de contrôle du système de détection (PM ou APD, ampli de la carte PM).



- **"Integ. dur.":** Integration duration. (paramètre T2, chaîne 3, CommandesParLePortSerie.doc). Durée de la commande PM en période de l'horloge à 100 MHz.
- **"Int.shift":** Integration shift:(paramètre T3, chaîne 3, CommandesParLePortSerie.doc) Par rapport au front montant de l'impulsion laser, décalage en périodes de l'horloge à 100 MHz du début de la commande PM (cad. en interval de 10 ns)
- **"Sensitivity":**(DACA, chaîne 4, CommandesParLePortSerie.doc) Commande de la sensibilité du PM. N'est pas utilisé dans le cas de l'APD.
- **"Gain":**(DACB, chaîne 4, CommandesParLePortSerie.doc) Gain de l'ampli de la carte PM.
- **"Auto. gain ctrl":** Automatic gain control: contrôle automatique du gain. Peut être effectué en utilisant la sensibilité de la carte PM (pas utilisé pour l'APD) ou le gain de carte PM. Voir mémo Contrôle Automatique du Gain. Noter qu'un contrôle peut être effectué en utilisant la puissance laser mais que celui-ci est désactivé pour l'instant.

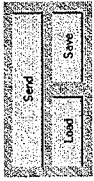
3. Sous Section "Laser"

CONTROLE DE LA DIODE LASER. ATTENTION LASER



- **"PulseDuration":** (paramètre T2, chaîne 3, CommandesParLePortSerie.doc) : Permet de régler la durée de l'impulsion laser en périodes de l'horloge à 100 Mhz (cad. en interval de 10 ns).
- **"Power":** (DACA, chaîne 3, CommandesParLePortSerie.doc). Règle la puissance de la diode laser entre 0 et 255 (0 est proche de l'extinction de la diode, 255 est proche de l'éclairement maximal). D'après les bilans courants, 255 correspond à une Puissance crête de 45 mW en sortie de la diode, soit 17 mW en sortie du triplet, soit 9 mW en sortie du guide
- **"Mode":** (Cde, chaîne 3, CommandesParLePortSerie.doc) Pulsed/Continue Permet de passer en mode laser pulsé ou continu.
- **"Laser":** " On/Off(Cde, chaîne 3, CommandesParLePortSerie.doc) Met en route ou éteint la diode.

4. Sous Section "Boutons"



- "Send:" Permet de transmettre les paramètres courants affichés dans l'interface au boîtier opto/électronique pour qu'ils soient pris en compte.
- "Load:" Permet de charger un fichier de configuration (**tomoscope.cfg**) contenant un jeu de paramètres.
- "Save:" Permet de sauvegarder les paramètres de contrôles affichés dans l'interface dans un fichier de configuration (**tomoscope.cfg**) pour une utilisation ultérieure.

La version CVS de ce fichier est :

\$Header: /home/sharecvz/Softrev/UtilisationSoutien/ManuelUtilisation/application.html, v 1.2
2002-02-01 17:04:29 symec Exp \$

2 Protocole

On devra faire des tirages au sort et constater dans les meilleurs conditions possibles.
Pour le tirage, il y a un tirage au sort de la part des participants et de la part des
pays :

- 225 tirages au sort de la part des participants
- 225 tirages au sort de la part des participants
- 225 tirages au sort de la part des participants

Pour le tirage au sort, on utilise un tirage :

- 225 tirages au sort de la part des participants
- 225 tirages au sort de la part des participants
- 225 tirages au sort de la part des participants

Pour le tirage au sort, on utilise un tirage au sort de la part des participants et de la part des participants.

Les tirages au sort sont effectués :

- la part des participants
- la part des participants

Document confidentiel - Mars 2004 - 27 Mars 2004 - 27 Mars 2004

DÉVELOPPEMENTS LOGICIELS

Auteur du mémo : GLG
Date : 02 01 2002

Diffusion :
Section :
Sujet :
Version : *Revision* : 1.2
Référence du document : \$Id: MEMO_devlog.tex,v 1.2 2002/01/02 18:15:01 georges Exp \$

1 Introduction

Le but de ce document est de définir les développements logiciels à effectuer sur l'application principale du tomoscope **mktApp**. Le texte en italique représente des éléments non prioritaires. Les références aux M1, M2 etc... font référence au CR de Réunion Image avec le E. Borotto.

2 Application Tomoscope : mktApp

2.1 Creation du Module de Visualisation : ModVisu

Le module de visualisation devrait être un composant Qt utilisable en tant que tel, utilisée dans le module d'acquisition **modAcq** (zone d'affichage) et dans le module de post-traitement **modProcessing**.

Le module de visualisation permet de visualiser une image fixe (**8 ou 10 bits ou plus**) de type BMP, PNG ou un film INR ou MNG (**8 ou 10 bits ou plus**) sous forme de séquence animée.

Opérations pour la visualisation (!) :

- le module de visualisation permet de visualiser une image fixe (**8 ou 10 bits ou plus**) de type BMP, PNG ou un film INR ou MNG (**8 ou 10 bits ou plus**) sous forme de séquence animée.
- effectuer un zoom (avec les boutons + et -)
- translater l'image (avec les flèches)
- appliquer une LUT (niveau de gris ou fausses couleurs). L'ensemble des LUTs pourra être évolutif (ajout facile de nouvelles LUTs). L'utilisateur peut agir sur les niveaux min et max pour faire un fenêtrage (linéaire ou logarithmique) . On peut également inverser les niveaux de gris.
- appliquer une transformation gamma sur le fenêtrage courant.
- afficher l'information associée à l'image (**M5**) (commentaire contenu dans le fichier **cfg** si celui ci est disponible). L'utilisateur doit pouvoir modifier le commentaire associée (est-ce que tout les utilisateurs peuvent le faire?). Cela permet à l'utilisateur de compléter et/ou rectifier l'information associée à une image.

!cf. display.exe

1. Introduction

The aim of this document is to define the software developments tasks on the main tomoscope application **mktApp**. The italic text points the first priorities. The references M1, M2, etc... are links to the meeting report on images from E. Borotto.

2. Tomoscope application: mktApp

2.1 Creation of the visualization module : ModVisu

- Faire un outil interactif permettant de tracer un trait entre deux points et d'afficher la longueur de ce trait.
- *possibilité de sélectionner une zone pour y faire une opération (mesure de surface, histogramme)*
- *afficher des règles sur les cotés (indices des pixels ou coordonnées micrométriques)*
- *afficher les axes indiquant la position du curseur*
- *inversion des niveaux de gris*

Opérations pour l'export :

- *exporter (enregistrer) l'image courante (avec application de traitements éventuels) dans un format adéquat avec marquage MKT optionnel en tant que tel ou dans un traitement de texte en vue de l'édition d'un rapport.*

3 Modifications pour le module d'acquisition : modAcq

3.1 Modifications identifiées

- Cf. Sourceforge
- RealToscopePara : singleton
- M1
- M3
- M10

3.2 Modifications à approfondir

- M11 ? (Remarque : influence sur le module de visualisation)
- **Intégration du module de visualisation** : La zone d'affichage doit être remplacé par le module de visualisation.
- **Optimisation de la procédure d'acquisition et du traitement associé** : (méthode doit() de AcquisitionThread) : il faudrait optimiser les accès aux données et calculs effectués. Un flowchart (parcours des données, calculs) précis devrait être représenté afin d'optimiser la boucle d'acquisition. Pour effectuer cette modification, il faudra prendre en compte les besoins en TDI (cf. section 6).
- **Choix de l'interface d'acquisition** : On doit pouvoir passer rapidement d'un type d'acquisition vers un autre : mode simulé, mode AMCC, mode NI1422, mode FireWire. Cela peut être fait à partir d'une classe générique (interface) et de différentes implémentations dérivées. La classe générique est à définir (elle peut par exemple contenir les méthodes open(), close(), reset(), getData(),...) -voir dans le cas de la carte NI et du FireWire si cela est compatible-. On n'utilisera que les fonctions minimales de la carte d'acquisition (getData()), les traitements (application de LUTs, inversion des lignes) seraient fait en soft. Le point dur peut être de faire en sorte que le passage 8 vers 10 bits ou plus soit quasi transparent.
- **Fonctionnement en mode 10 bits** : Ce problème est lié à la tâche précédente. En bref, il s'agit d'étudier les points suivants : Acquisition des données en mode 10 bits, Prise en main de la carte NI ; Format d'enregistrements des données ; Affichage des données (choix d'une LUT, d'un gamma) ; Distinction des données brutes avec les données affichées et/ou traitées.

4 Modifications pour le module browser : modBrowser

Les modifications de ce module sont liées à la tâche de définition d'une base de données d'images (cf. ...).

Parmi les points déjà évoqués :

3. Modification for the acquisition module: modAcq

3.1 Identified modifications

3.2 Modifications to be defined

4. Modifications for the browser module: ModBrowser

- Sauvegarde des données : il faut un utilitaire permettant de faire une sauvegarde aisée des images sur CDs. Il faut pouvoir extraire des paquets de 500 Mo correspondants à des images acquises à partir d'une date donnée.
- Droits d'accès aux données. On doit pouvoir visualiser les images à partir de différents postes de travail (mktApp sans le module d'acquisition modAcq) , cependant il faut distinguer la personne qui fait l'acquisition des images (opérateur) qui doit pouvoir effacer des images, les renommer,... des personnes qui consultent les images (est-ce pertinent ?)
- Prévisualisation : aujourd'hui dans le module browser toutes images ont la même vignette. On pourrait associer une vignette de prévisualisation à chacune des images (est-ce pertinent ?)
- Recherche rapide d'images On voudrait retrouver de façon rapide des images à partir de mots-clés. Ces mots-clés peuvent se rapporter au nom du fichier image et/ou aux informations associées aux images (présentant dans le fichier .cfig)

5 Modifications pour l'application : mktApp

- Problème de l'affichage module d'acquisition/browser/visualisation. Lorsque l'on crée un nouveau module d'acquisition depuis le module browser, celui-ci n'apparaît pas en premier plan.
- Doit-on mettre un "setup" permettant de choisir la carte d'acquisition, l'affichage de certains éléments (mode expert ou mode utilisateur par exemple).
- Assistance au protocole d'acquisition : peut-on intégrer un contrôle actif d'un protocole dans l'application ?
- Utilisation de XML pour gérer l'ensemble des paramètres ?
- Veille complémentaire : il faudrait regarder des applications similaires à celle que l'on doit développer pour s'en inspirer éventuellement. Qu'en est-il du web ? De l'insertion dans un milieu médical ?

6 Traitement de l'image : TDI

Les traitements d'images identifiés sont :

6.1 TTRQTR

- soustraction temps réel du fond lié à la réflexion parasite. Le module d'acquisition permet d'enregistrer le fond lié à la réflexion parasite en d'en calculer une moyenne temporelle. Ce fond est soustrait à l'image courante (soustraction point à point de l'image brute avec la moyenne temporelle du fond). Cela permet d'améliorer le contraste de l'image courante. L'utilisateur doit être formé pour acquérir le fond. A l'heure actuelle la soustraction n'est valide que lorsque les paramètres d'acquisition du fond et de l'objet sont identiques (problème d'offset électronique, méconnaissance de la courbe de gain). On reparle du talon ? : influence par le module de visualisation ?
- Correction du décalage inter-ligne : il s'agit d'un mode utilisé par défaut (groupe paramètres électroniques). Evolution avec la nouvelle électronique et le nouveau boîtier ?
- Moyennage temporel : Aujourd'hui seul ce type de moyennage peut être effectué, est-il judicieux de laisser la possibilité à l'utilisateur d'appliquer d'autres types de moyennages ?
- Correction automatique du gain : Il est encore peut utiliser aujourd'hui du fait des variations de signal lié à l'offset électronique. Il peut faire perdre une image ou deux lors de l'acquisition. Evolution avec le nouveau boîtier ?
- Détection des fibres, calibration, reconstruction... : scénario, interface et implémentation ? Choix avec ou sans détection des fibres ?

5. Modification for the application: mkt App

6. Image Processing : TDI (initials for Traitement des Images)

Identified image processing are:

6.1 TTRQTR (Traitement Temps Réel ou Quasi Temps Réel = Real time processing or nearly real time)

Real time subtraction of the background due to the parasite reflections. The acquisition module permits the storage of the background linked to the ghost reflection, and the computation of the temporal averaging. This background is subtracted from the current image (point to point subtraction between the raw image and the temporal averaging of the background). This permits the enhancement of the current image contrast. The user should be trained for the background acquisition. For the moment, the subtraction is only valid when the acquisition parameters of the background and the current image are identical (problem of the electronic offset, unknown gain control curve). **Should we talk about the footer offset ? : influence on the visualization module ?**
Correction of the offset between lines: it is the default mode of operations (electronic parameters group). **Evolution of the new electronics and the new box ?**

- **Temporal averaging:** today, only this type of averaging can be applied. Is it meaningful to let the user apply other types of averaging ?
- Automated gain adaptation:** it can still be applied due to the fluctuations of the signal linked to the electronic offset. One or two frames could be lost during acquisition.
- **Fiber detection, calibration, reconstruction...** : scenario, interface and implementation ? Choice: with or without fiber detection ?

6.2 TREAI

- Détection des fibres, calibration, reconstruction... : scénario, interface et implémentation ?
- Correction des distorsions géométriques : On peut envisager un module de traitement dans lequel on rentre les informations nécessaires (cf. programme prototype) et une image de la mire de distorsion. Un champ de déformation est alors calculé (en X, en Y). Ce champ calculé ainsi que les informations nécessaires sont alors utilisées pour supprimer les distorsions sur l'image d'intérêt. On peut alors appliquer les outils spécifiques de mesures (interactifs) à l'image corrigée.

7 Question ouvertes

Module ActiveX ou JavaBeans pour l'intégration de nos modules dans des applications tiers ?
Export/Accès par le net ?
Valeur ajoutée ?

6.2 TREAI (Traitement Effectués sur un Arrêt sur Image = Processing done on a still image).

Fiber detection, calibration, reconstruction: scenario, interface and implementation ?

Correction of geometrical distortions: can we imagine a processing module in which we can input the necessary informations (cf. prototype software) and a distortion grid pattern image. A deformation field is computed (X and Y). This processed field and the necessary informations are used to remove the distortions on the images. We can then apply the specific measurement tools (interactive ones) to the processed image.

7. Open questions

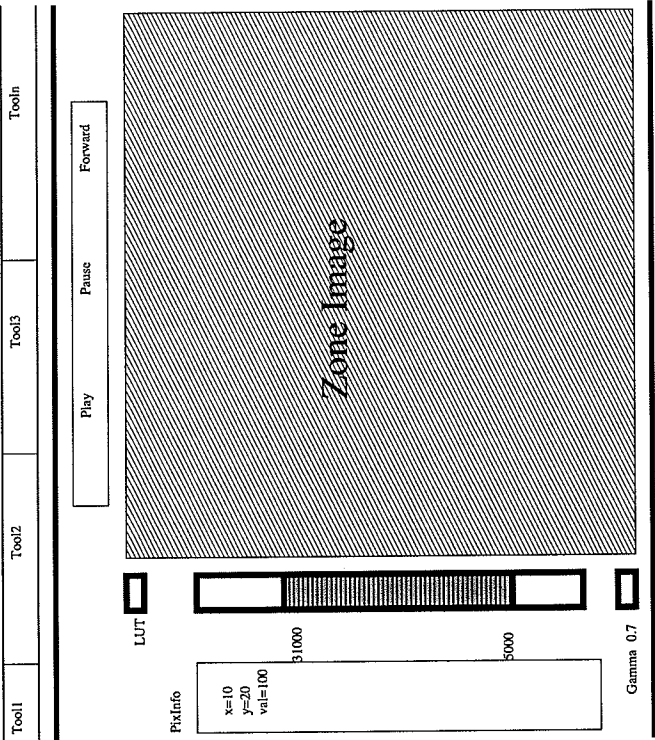


FIG. 1 - modVisu

MANUEL DE RÉFÉRENCE DU MODULE IMAGECELL

Auteur : Aymeric Perchant

Date : 2002-02-07

Reference Manual of the ImageCell Module

Author: Aymeric Perchant

Date : 7 Feb, 2002

Diffusion : interne

Section : informatique, image

Sujet : Manuel de référence de la partie libMKTPProcessing pour imageCell. Ce manuel contient les informations de traitement d'images, de programmation C++, et d'utilisation.

Version : Revision : 1.1

Référence du document : \$Id: ReferenceImageCell.tex,v 1.1 2002-02-07 16:30:08 aymeric Exp \$

Introduction

Ce document rassemble les différentes informations de référence pour le module principal intitulé Image-Cell. Ce module contient les parties suivantes de traitement d'images :

- détection des fibres,
- estimation des flux revenant des fibres,
- corrections des défauts de l'appareil (biais, fond, ...),
- calibration de l'appareil,
- reconstruction d'images.

Ces différentes parties seront abordées en détail dans chaque partie pour expliquer les algorithmes et les paramètres (chapitre 1), l'implantation de ceux-ci (2) et leur utilisation pratique (3).

Subject: Reference Manual of the libMKTPProcessing part of ImageCell. This manual contains informations on image processing, C++ software code and usage.

Introduction

This document gathers different pieces of informations for the main software module entitled Image-Cell. This modules contains different parts of the image processing software:

- fiber detection
- estimation of the optical flow coming from the fibers
- compensation of the device artifacts (bias, background,...)
- device calibration
- image reconstruction.
- Those parts are addressed in details in each chapter to explain algorithms and parameters (chapter 1), their implementation (2) and their usage (3).

Chapitre 1

Traitement d'images dans Image-Cell

Introduction

Cette partie décrit les algorithmes en commençant par la description générale, jusqu'aux boîtes élémentaires.

1.1 Schéma global

La figure 1.1 représente le schéma global du traitement. On peut distinguer quatre blocs, dont deux sont identiques, à une paramétrisation près. Il existe donc trois groupes de traitements qui sont les suivants :

Détection des fibres : ces traitements permettent de détecter et d'isoler chaque fibre sur une image, ainsi que d'analyser la structure d'agencement des fibres du guide d'images ;

Estimation des flux : une image brute de taille 640 640 20 (largeur, hauteur, nombre d'images temporellement) contient 8 méga pixels qui représentent l'information vue par 10000 ou 30000 fibres. Ce bloc permet d'isoler l'information effectivement vue par chaque fibre ;

Calibration et reconstruction : La connaissance de l'information vue par chaque fibre est ensuite traitée pour être reconstruite sous la forme d'une image débarrassée des défauts de l'appareil.

Chacun de ces trois blocs sont maintenant détaillés. Le prototypage des algorithmes décrits ici est détaillé dans le rapport de stage de Sandra Marti [?] ; nous renvoyons le lecteur à cette référence pour plus de renseignements sur la démarche de développement des algorithmes, notamment celui de détection des fibres.

Le bloc de gauche d'estimation des flux permet de mesurer le flux sur une image qui représente un objet aux propriétés constantes dans l'espace (un milieu diffusant homogène ou un objet presque homogène en mouvement aléatoire, un miroir). La sortie de ce bloc est donc une image des taux d'injection dans chaque fibre, et qui en prend en compte l'intégralité de la chaîne.

Le bloc de droite d'estimation des flux permet de l'estimer pour un objet à observer, et à travers l'appareil. Le dernier bloc de calibration est une division de l'image des taux d'injection par l'image de l'objet observé. Cette opération permet de compenser les mauvaises injections dans certaines fibres. Puis l'image est reconstruite.

1.2 Bloc de détection des fibres

La détection des fibres s'organise autour de quatre traitements successifs :

- prétraitements,

Chapter 1.

Image Processing in Image-Cell

Introduction

This part describes the algorithms beginning with their generic descriptions, until the individual elements.

1.1 General Schematic

Figure 1.1 presents the whole picture of the processing/ We can distinguish 4 blocks, with 2 identical blocks but their parameters. There exists 3 groups of processing:

Fiber Detection: this processing permits the detection and the segmentation of each fiber on an image, and the analysis of the spatial organization of the fiber bundle;

Flow estimation: a raw image, size 640x640x20 (width, height, number of temporal frames), that contains 8 mega-pixels representing the information viewed by 10,000 or 30,000 fibers. This bloc can isolate data seen by each fiber.

Calibration and reconstruction: The data seen by each fiber is then processed to reconstruct an image without artifacts from the device.

Each of the 3 blocks are detailed hereafter. The prototyping of the algorithms described here are described in the internship report of Sandra Marti ; we encourage the reader to read it for further information on the history of the algorithms, especially the fiber detection one.

The flow estimation left block permits the measurement of the flow on an image representing the spatially constant properties of a given object (a homogeneous diffusive medium, or nearly homogeneous object in random motion, or a mirror). The output of this block is an image of the fiber injection rate in each fiber, taking into account the whole chain of processing.

The flow estimation right block permits the measurement of an object observed through the device. The last block calibration is the dividing of the object image by the fiber rate image. This processing allows for the compensation of the heterogeneous injection in some fibers. Then the image is reconstructed.

1.2 Fiber detection block.

The fiber detection is organized around 4 sequential processing:

- preprocessing,

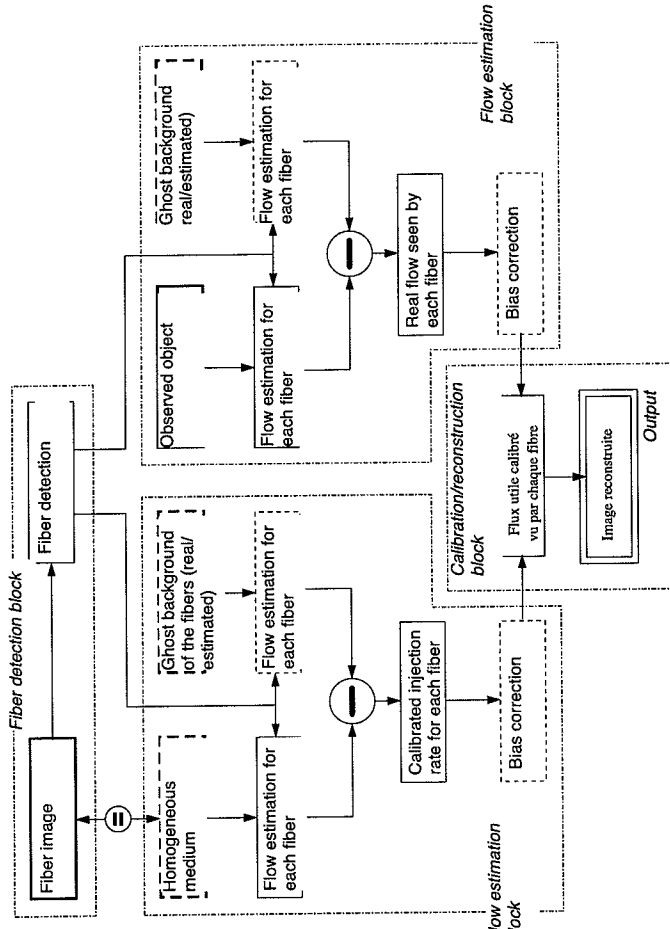


Fig 1.1 Schematic of the processing. Each bold box are inputs. Dashed box are data or optional processing (bias, background subtraction)

- watershed (LPE) : the first region segmentation,
- split of the too big fibers (split)
- merge of the too small fiber (merge).

The last two steps can be iterated ; nevertheless a performance and convergence analysis should be done. We won't address this matter yet.

1.2.1 Pre-processing

The pre-processing are the following ones.

Anisotropic diffusion: the aim is to smooth the image into flat areas, that is inter-fiber areas. The prototype worked and did not used the inimage library but a library Sandra used issued by ENST. The parameters of the diffusion is postponed when the next release of libinimage contain the proper documentation ! Parameter `[_doDiffusion_]`. **Interpolation x2 nearest neighbor**: we want to simulate structuring elements for mathematical morphology with a radius lower than 1. The image size is doubled so that an opening does not modify the isolated maxima, but only the 8-connected and not 4-connected (neighbor on the diagonal). The usefulness lies in the selection of maxima that are not eliminated by the opening. Parameter `[_doZoom_]`.

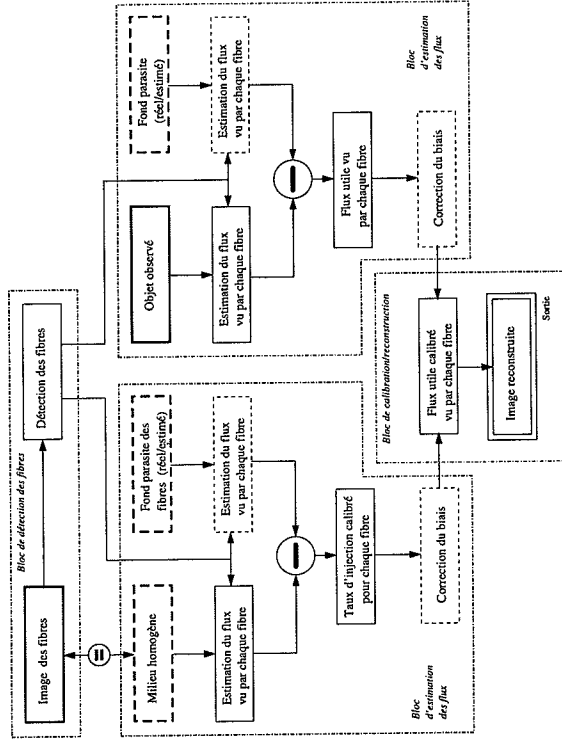


FIG. 1.1 – Schéma global du traitement. Les cadres gras représentent les entrées. Les cadres pointillés représentent les données ou les traitements facultatifs (biais, soustraction du fond...).

- ligne de partage des eaux (LPE) : la première segmentation par région,
 - séparation des fibres trop grosses (split),
 - fusion des fibres trop petites (merge).
- Les deux dernières étapes peuvent être bouclées ; néanmoins une analyse de performance et de convergence doit alors être menée. Nous n'aborderons pas ce sujet pour le moment.

1.2.1 Prétraitements

Les prétraitements réalisés sont les suivants.

Diffusion anisotrope : le but est de lisser l'image dans les zones plates, c'est à dire les zones inter fibres. Le prototype fonctionnait mais n'utilisait pas la librairie inimage, mais une autre librairie (celle utilisée par Sandra, issue de l'ENST). Le réglage de la diffusion est laissée à plus tard, lors de la prochaine release de la libinimage qui contiendra de la documentation à ce sujet ! Paramètre `[_doDiffusion_]`.

Interpolation 2 au plus proche voisin : on cherche à simuler des éléments structurant de morphologie mathématique avec un rayon inférieur à un. L'image est doublée pour que l'ouverture qui suit ne touche pas aux maxima isolés, mais seulement ceux qui sont 8-connectés, mais non 4 connectés (voisins par une diagonale). L'intérêt est de faire une sélection des maxima éliminé par l'ouverture. Paramètre `[_doZoom_]`.

Numerical opening: we want to erase spurious maxima located on the fibers. This is a standard pre-processing of watersheds, possibly modified by the behavior of the size doubling previously described.

Image inversion: the watershed works with minima. Therefore, we invert the image to turn maxima into minima.

1.2.2 First watershed

The watershed of libInImage needs the definition of proper landmarks in the image. We obtain landmarks as a minimum of the pre-processed image using h-domes. For minima, h-domes are defined for an integer h as a function f : $Z \rightarrow Z$ for the image:

$$g = E_f(f + h) \quad f,$$

with $E_a(b)$ being the geodesic reconstruction by erosion of b in a . g is the set of h-domes, that we threshold to one to retrieve all of them. We obtain the minima of depth at least equal to h . This h parameter is given by `[hDomeWatershed_]`.

The result of the watershed is a connected component image containing the detected fibers. To avoid border problems, we glue component touching the borders to the borders. Those components are with the borders are set to the connected component with index 0, the reserved index for the background. Last, the connected components are re-organized to fill the holes, and are sorted with their sizes.

1.2.3 Split

The pre-processing, and the numerical opening are used to limit the main drawback of the watershed: oversegmentation. The effect is that several segments will gather several objects (the fibers). The first defect that we compensate for is the inevitable under-segmentation due to the processing, and even added by the pre-processing. The processing achieved here are:

Selection of under-segmented suspected segment: we found the fibers the size of which is greater than a given threshold depending on the average normalized size (parameter `[_oversizedFactor_]`, and depending on the number of neighbors `[_overSizedNeighLimit_]`).

Re-segmentation: the selected segments are isolated and re-segmented either on the source image without pre-processing, or on a distance map inside those regions (parameter `[_overSizedResegmentMethod_]`). In the first case, we suppose that the main defects come from the pre-processing, in the second case we suppose that they were here before, and that we want to split the segment based on the narrowing of the shape (shape of a peanut). The watershed is done on the same parameters as the first one.

1.2.4 Merge

Then we want to compensate for the main defect (for a watershed): oversegmentation. We want to merge segments. To do that, we do:

- preselection of merging candidates
- among them, find the ones that will be segmented (mandatory)
- among the other ones : eliminate the impossible fusions, and list the possible fusions.

Ouverture numérique : on cherche à éliminer les maxima parasites situés sur les fibres. C'est un prétraitement classique de la LPE, mais éventuellement modifié par le comportement du doubleage de l'image expliqué précédemment.

Inversion de l'image : la LPE fonctionne à partir de minima, on inverse donc l'image pour transformer les minima en maxima.

L'opération d'interpolation et d'ouverture qui suit devrait pouvoir être remplacé par un nouvel opérateur de morphologie mathématique qu'il faudrait définir. Cela permettrait un gain important, puisque toutes les opérations suivantes se feraient sur une image de taille inférieure.

1.2.2 Premier watershed

Le watershed de la libInImage nécessite la définition de marqueurs dans l'image. Nous obtenons les marqueurs comme minima de l'image prétraitée avec de h-domes [?]. Les h-domes pour les minima sont définis pour un entier h , une fonction $f : Z \rightarrow Z$ représentant l'image concernée :

$$g = E_f(f + h) \quad f, \quad (1.1)$$

avec $E_a(b)$ la reconstruction géodésique par érosion de b dans a . g désigne ici l'ensemble des h-domes, que l'on seuil à 1 afin de tous les récupérer. On obtient ainsi les minima de profondeur au moins égale à h . Ce paramètre h est donné par `[hDomeWatershed_]`.

Le résultat de cette LPE est une image de composantes connexes représentant chaque fibre détectée. Afin de résoudre bon nombre de problèmes de bord on colle les composantes touchant le bord au bord lui-même. Ces composantes sont considérées comme faisant partie du bord, et du fond et sont mise à la composante connexe d'indice 0, qui est l'indice réservé au fond, et au bord.

Enfin, les composantes connexes sont réorganisées pour ne pas présenter de trous, et sont triées par ordre décroissant de taille.

1.2.3 Split

Les prétraitements, et notamment l'ouverture numérique servent à limiter le défaut principal de la LPE qui est de sursegmenter. En faisant cela, on a tendance à augmenter le nombre de segments qui vont englober plusieurs objets (ici, des fibres). Le premier défaut que l'on corrige est la sous-segmentation inévitable au traitement, mais surtout rajoutée par ces prétraitements. Pour cela on effectue les traitements suivants.

Sélection des segments suspectés de sous-segmentation : on trouve les fibres dont la taille est supérieure à un seuil fixé en fonction de la moyenne des tailles normalisées (paramètre `[_oversizedFactor_]`), et en fonction du nombre de voisins (paramètre `[_overSizedNeighLimit_]`).

Re-segmentation de ceux-ci : Les segments sélectionnés sont isolés et re-segmenter soit sur l'image initiale sans prétraitement, soit sur l'image de carte de distance à l'intérieur de ces régions (paramètre `[_overSizedResegmentMethod_]`). Dans le premier cas, on suppose que les défauts majoritaires proviennent des prétraitements, dans le second cas on suppose qu'ils étaient là avant, et que l'on souhaite séparer les segments aux endroits de rétrécissement (forme de la cacahuète). La LPE est effectuée avec les mêmes paramètres que la première.

1.2.4 Merge

Puis on cherche à corriger le défaut le plus classique (pour une LPE) : la sursegmentation. On cherche donc à fusionner les segments. Pour cela on effectue les opérations suivantes :

- présélection des *candidats à la fusion*,
- parmi ceux-ci trier ceux qui seront obligatoirement fusionnés,
- pour les autres, éliminer les fusions impossibles
- répertorier les fusions possibles

- éliminer les fusions donnant de mauvais résultats
- si il ne reste pas de fusion après filtrage, retirer la fibres des fibres à fusionner
- pour toutes les fibres restantes, prendre la meilleur fusion au sens de la compacité des segments fusionnés.

Les points importants sont détaillés ci-après.

Remarques sur la compacité

La compacité utilisée est le critère le plus simple existant. Pour un objet de périmètre P et de surface S , le critère est $\frac{P^2}{S}$. Le périmètre est pris comme étant la frontière de l'objet 4-connexe, et donc est défini comme tous les pixels de l'objet ayant un voisin 8-connexe avec le fond (défini ici comme étant tout le reste de l'image. La surface est simplement l'objet lui-même.

Cependant, ce critère simple à calculer n'est pas invariant avec l'échelle de l'objet. On peut montrer que pour des formes simple, le critère est croissant avec la taille de l'objet au lieu d'être invariant. Cette croissance n'est cependant qu'en moyenne en $\frac{1}{\sqrt{n}}$, avec n la diamètre de l'objet (ici, pour une boule en 4-connexité). Ce critère reste donc tout de même assez raisonnable, mais plus délicat à manier dans le cas de la comparaison de la compacité d'objets de taille différentes.

Il faut remarquer ici que les premiers essais sont réalisés sur une image déformée par les distorsions, et qu'il faudrait, pour être plus précis soit corriger l'image avant, soit tenir compte de l'anisotropie non stationnaire spatialement : on a tendance à surestimer à la fois les frontières et la surface sur les bords de l'image.

Sélection des fibres détectées trop petites

La sélection s'effectue en deux étapes. On commence par trouver les segments candidats à la fusion avec un seul sur la taille. On utilise le paramètre `[_underSizedFactor_]` qui est un facteur multiplicatif de la moyenne, et est donc inférieur à 1 en général. La seconde étape est de trouver parmi ces segments lesquels doivent obligatoirement être fusionnés, et lesquels doivent être filtrés.

Les segments obligatoirement fusionnés

La sélection des segments (ou fibres) obligatoirement fusionnés s'effectue dans l'espace (nombre de voisins) (taille normalisée). La taille est normalisée par rapport à la moyenne (on divise toutes les tailles par la moyenne des tailles). Le nombre de voisins est compté avec la 8-connexité.

Les figures 1.2 et 1.3 représentent l'histogramme conjoint de la taille normalisée et du nombre de voisins pour chaque fibre. On remarque qu'il existe un axe principal qui est centré sur la droite passant par des points d'intérêts particuliers (6, 1), (8, 2), et (5, 5). Ces points peuvent s'expliquer géométriquement, comme indiqué sur la figure 1.4

Cet axe est donc un axe naturel de la structure hexagonale des fibres dans cet espace. En s'orientant sur cet axe, les petites fibres se situent vers un nombre de voisins faibles et une taille faible. On détermine une frontière linéaire pour sélectionner les fibres détectées réellement trop petites. Après quelques tests sur des images réelles de la base de données «Novembre 2001» et en fonction des résultats préliminaires de [?], on a choisi une droite passant par les points (6, $\frac{1}{3}$) (3, 1). Les paramètres de cette droite sont données sous la forme $y = mx + p$, avec m la pente (`[_underSizedMandatoryMergeSlope_]` et p l'ordonnée à l'origine (`[_underSizedMandatoryMergeOffset_]`).

Tout point en dessous de la droite sera fusionné obligatoirement, et ne va donc pas passer par les filtres décrits dans la section suivante. Les autres fibres sont par contre filtrée comme suit.

Filtrage des fusions possibles

On entend par filtrage ici un procédé qui retire certaines fusions. Il existe trois filtres possibles.

- éliminer la merging with poor results
- if there is no more merging after filtering, pull out the fiber

For all other fibers, take the best merging that results in the best compactness for the merged segments.

The important points are detailed hereafter:

Remarks on compactness

The compactness that is used is the most common. For an object with perimeter P , and surface S , the criteria is P^2 / S . The perimeter is computed as the 4-connected border, et is defined for all pixel objects having an 8-connected neighborhood with the background (defined here as the rest of the image). The surface is the object itself.

However, this simple criteria is not invariant to scale. We can show that for simple shapes, the criteria is increasing with size, instead of being constant. But the average increase in only in $1/\sqrt{n}$, with n being the diameter of the object (here, for a sphere in 4-connectivity). This criteria is still reasonable, but more subtle to deal with when comparing object of various sizes.

One have to note that for the first trials on a distorted image we should either compensate for them, or take into account the spatially variant anisotropy : we would over-estimate both the border and the surface on the borders of the image.

Selection of the too small detected fibers

The selection has 2 steps. The first one is the selection of the potential segments for merging using a threshold on size. We use the parameter `[_underSizedFactor_]` that is a multiplicative factor of the mean size, and that is generally lower than 1. The second step is the selection among those segments of the ones that will be merge, et the ones that won't.

Mandatorily merged segments

The selection of the segments (or fibers) that will mandatorily be merged is done in the space (number of neighbors) x (normalized size). The size is normalized against the average (we divide all the sizes by the average size). The number of neighbors is computed using 8-connectivity.

Figures 1.2 and 1.3 show the joint histogram of the normalized size and the number of neighbors for each fiber. We remark that their exists a main axis centered on the the line linking the point of interest (6, 1), (8, 2), and (5, 5). Those points can be explained geometrically as indicated on figure 1.4.

This axis is a natural axis for the hexagonal structure of the fibers in this space. If we orient this space, the little fibers will be located towards a lower number of neighbors, and towards smaller fibers. We fix a linear border to select the too small detected fibers. After a few tests on real images of the November 2001 database, and depending on the preliminary results of [?], we choose a line defined by the points (6, $1/3$) (3, 1). The parameters of this line are given by the equation $y = mx + p$ with m the slope (`[_underSizedMandatoryMergeSlope_]` and p the intercept (`[_underSizedMandatoryMergeOffset_]`). All points below this line will be fused, and won't go through the filters described hereafter.

Filtering the potential merging

We define filtering here a process to remove possible merging. There are 3 possible filters.

Histogram

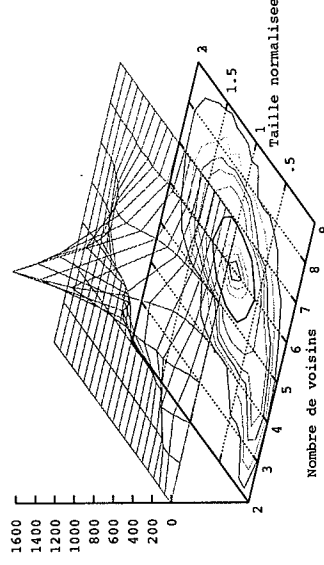


FIG. 1.2 – Vue 3d de l'histogramme 2d conjoint de la taille normalisée et du nombre de voisins pour chaque fibre. Des lignes de niveaux sont projetées sur la fond du graphique : les lignes sont centrées autour de 6 voisins et de la moyenne de la taille des fibres.

Filtrage sur la taille de la fusion : (paramètre `[_underSizedFilterSize_]`) on élimine les fusions dont la taille totale dépasse un seuil fixé par le paramètre `[_underSizedFilterSizeMax_]`, qui est pris comme facteur multiplicatif de l'écart type ajouté à la taille moyenne.

Filtrage sur la compacité totale : (paramètre `[_underSizedFilterCompact_]`) on élimine les fusions dont la compacité totale dépasse un seuil fixé par le paramètre `[_underSizedFilterCompactMax_]`, qui est pris comme facteur multiplicatif de l'écart type ajouté à la taille moyenne.

Filtrage sur le changement de compacité : (paramètre `[_underSizedFilterMoreCompact_]`) on élimine les fusions qui augmentent la compacité de l'objet avec lequel on veut fusionner.

Dans les paramètres par défaut, on n'utilise pour le moment que le premier filtre qui semble suffisant dans la plupart des cas. Les autres filtres semblent trop restrictifs et doivent être encore étudiés.

1.3 Bloc d'estimation des flux

Le bloc d'estimation des flux comprend plusieurs sous-parties :

estimation du flux vu par chaque fibre : c'est ce que l'on peu récupérer d'une image à l'aide de la détections es fibres;

estimation du fond de l'image : ici le fond désigne les réflexions parasites ou (ou inclusif) l'offset du à l'électronique et au détecteur;

soustraction du fond : on retire le fond à l'image;



Fig 1.2: 3D view of the 2D joint histogram of the normalized size et the number of neighbors for each fiber. The geodesics are projected below: the lines are centered around 6 neighbors, and the average size.

Filtering on the merged size: (parameter `[_underSizedFilterSize_]`) we remove the merging the size of which is above a given threshold fixed by `[_underSizedFilterSizeMax_]`, and that is a multiplicative factor applied to the average size.

Filtering on the total compacity: (parameter `[_underSizedFilterCompact_]`) we remove the merging the compacity of which is above a given threshold fixed by `[_underSizedFilterCompactMax_]`, that is a multiplicative factor of the standard deviation added to the average size.

Filtering on the change of compacity: (parameter `[_underSizedFilterMoreCompact_]`) we remove the merging that increases the compacity of the merged object.

For the default parameters, we use only the first filtering that seems enough in most cases. The other filters seem to be too restrictive et should be studied more.

1.3 Flow estimation block

The flow estimation block has subparts:

Flow estimation as seen by each fiber: this is what we want to retrieve from an image using the fiber detection;

Estimation of the image background: this background is the ghost reflections or (including!) the electronic offset of the detector;

Background subtraction: we remove the background of the image

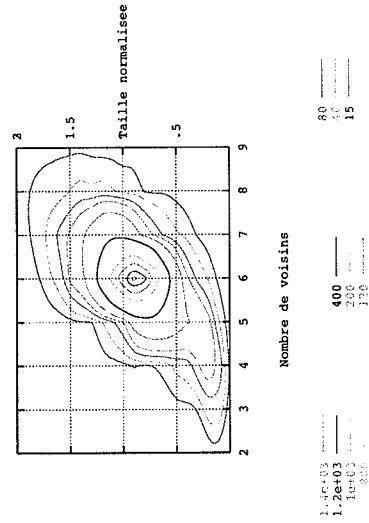


FIG. 1.3 – Lignes de niveau de l'histogramme 2d conjoint de la taille normalisée et du nombre de voisins pour chaque fibre. La forme 3d de cet histogramme est donnée sur la figure 1.2

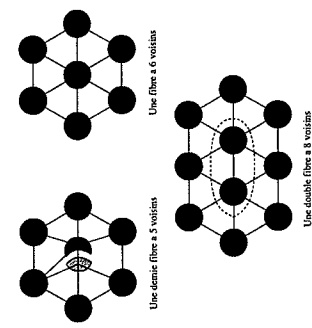


FIG. 1.4 – Variation du nombre de voisins en fonction de la taille du segment détecté comme étant une fibre

correction du biais : les images sont en général biaisées, c'est à dire qu'il existe un fond lentement variable au lieu d'être constant.
Le bloc de soustraction du fond est optionnel, ainsi que celui de la correction du biais.

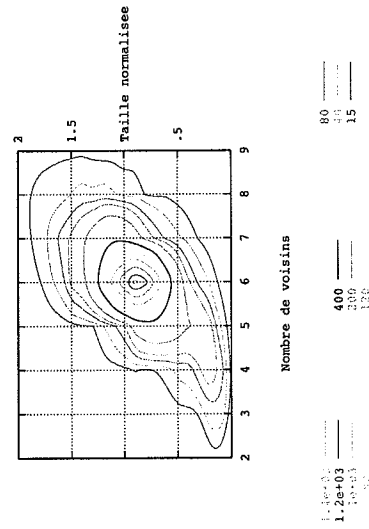


Fig 1.3: the geodesics of the 2D joint histogram of the normalized size and the number of neighbors for each fibers. The 3d shape of this histogram is presented on figure 1.2

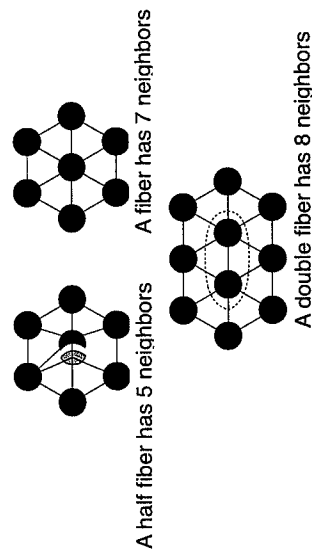


Fig 1.4 - Variability of the number of neighbors depending on the size of the detected fiber.

Bias correction: images are often biased, that is there exists a slowly varying background, and not a constant background.

The subtraction block is optional, and also the bias correction bloc,

1.3.1 Estimation du flux vu par chaque fibre

Le rapport [?] décrit une méthode pour *raffiner* les problèmes de saturation de l'image. Ces problèmes vont disparaître avec l'arrivée de l'électronique mi mai 2002. Nous avons donc décidé de ne pas continuer dans cette voie pour le moment. Ici nous avons simplement choisi d'estimer le flux avec la moyenne sur la fibre.

Plusieurs améliorations sont envisageables :

- tenir compte du bruit, poissonien dans l'estimateur du max avec la moyenne,
 - tenir compte de la disparité de forme de fibres du guide d'image ; on peut constater que les toutes les fibres ne sont pas identiques et que l'estimateur du flux devrait s'adapter à la forme exacte de la fibre,
 - vérifier les problèmes possibles dues à la zone inter-fibre, en fonction de la tache focale sur l'entrée du guide,
 - et plus généralement récupérer le modèle complet d'injection et de retour du spot décrit dans [?].
- Ces améliorations peuvent être étudiées, mais ne sont pas prioritaires pour le moment.

1.3.2 Estimation ou utilisation du fond, puis soustraction

Le fond peut avoir plusieurs sources ; celles-ci sont décrites dans les mémos [?, ?, ?]. En résumé, nous appelons fond ici soit les réflexions parasites sur les optiques, et donc y compris sur la sortie du guide d'images, mais également l'offset due à la chaîne de numérisation.

Si l'offset est dominant sur l'image, on ne peut pas obtenir le fond simplement en retirant l'image, car l'offset dépend du contenu, et n'est donc plus le même. Dans ce cas, on utilise un quantile de l'histogramme ($\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{1000}$) pour l'estimer.

Dans le cas contraire, il faut utiliser le fond acquis lorsqu'on retire l'objet à regarder, et le soustraire. Dans tous les cas il faut bien penser à saturer la soustraction pour ne pas être gêné par des outliers négatifs. L'utilisation d'un talon (cf. [?]) n'est pas retenue car le fond diffus n'est pas du tout une composante majoritaire du signal.

1.3.3 Correction du biais

Le biais doit *a priori* être corrigé sur l'acquisition des taux d'injection (branche de gauche) et sur l'acquisition de l'objet (branche de droite). Pour le premier cas, cela vient du fait que la calibration se fait sur un miroir plan, et que la courbure de champ va réduire la qualité d'injection au retour sur les bords (qui sont défocalisés). Ce ne serait probablement pas le cas.

Sur l'objet, ou dans un milieu diffusant homogène, l'injection reste moins bonne sur les bords, et cela se traduit par un biais très similaire quant à sa forme au premier.

Dans tous les cas le biais a une symétrie quasi circulaire.

L'estimation du biais se fait en divisant l'image en $N \times N$ blocs de taille fixe, puis en estimant le biais sur chaque bloc. Pour cela il faut considérer la nature de l'objet observé. Dans le cas d'un objet homogène, le biais peut être acquis en prenant la valeur moyenne ou médiane sur le bloc. Quand il y a un objet, il faut savoir si cet objet est plus sombre ou plus clair que le biais. Dans notre cas, le biais est multiplicatif, et on prend donc plutôt un opérateur de moyenne ou de médiane (par rapport à un max ou min pour un biais additif).

On obtient alors une image de taille $N \times N$ qui est utilisée avec une interpolation pour trouver la valeur du biais vue par chaque fibre. On utilise pour le moment une interpolation bilinéaire, faite de mieux. La librairie *irimage* pourrait être complétée pour intégrer une interpolation en spline cubique point à point.

On peut remarquer que le biais peut être estimé plus finement avec d'autres méthodes plus subtiles qu'il faudrait étudier. Notre méthode reste cependant rapide et semble suffisante.

Une fois le biais estimé, il faut diviser l'image par son biais. Il faut penser à vérifier que le biais est bien supérieur à un pour ne pas multiplier en fait ! Dans le cas de l'image de calibration, on va

1.3.1 Flow estimation for each fiber

The report [?] describes a method to compensate for saturation issues on images. Those problems will be solved by the new electronics arriving mid may, 2002. Therefore we have decided to stop investigating this path for now. The flow is estimated using only an averaging.

Several enhancement are possible:

- consider the Poisson noise in the max estimator using an averaging,
 - consider the fiber shape disparity of the fiber bundle: all fibers are different, et the flow estimation should be adapted to each fiber,
 - check possible issues due to the inter-core spacing, depending on the focal spot on the fiber bundle,
 - more generic: find the complete model for the injection and the backscattering of the laser spot described in [?].
- Those enhancements could be studied, but have low priority for now.

1.3.2 Background estimation or usage, then subtraction

The background can have several sources: they are described in the memos [?, ?, ?]. To sum up, we call background here all ghost reflexions on optics, including the fiber bundle distal end, and the electronic offset of the digital converter.

If the offset is the biggest part on the image, we cannot measure the background simply by subtracting the image because the offset depends on the content, and differs. In this case, we use a percentile of the histogram ($1/100$ or $1/1000$) for its estimation.

Otherwise, we need to use the acquired background by removing the observed object, and then subtract it. In all cases, we need to threshold the subtraction to avoid any artifacts due to negative outliers. The use of a footer (cf [?]) is not maintained because the diffusion background is not a main component of the signal.

1.3.3 Bias correction

The bias should *a priori* be compensated on the injection rate acquisition (left hand box) and on the object acquisition (right hand box). In the first case, this comes from the fact that the calibration is done on a plan mirror, and that the field curvature (??) will reduce the injection quality on the back scattering on the borders (not focalized). This should not be the case.

On the object, or in any homogeneous diffusive medium, the injection stay lower on the borders, and this result in a bias very similar to the first one.

In all cases, the bias as a circular symmetry.

The estimation of the bias is done by dividing the image in $N \times N$ blocks with the same size, then estimating the bias on each block. We need to consider the object nature. On a homogeneous object, the bias can be acquired using the mean or the median value on the block. When there is an object, we need to know if it is darker or lighter than the background. In our cases, the bias is multiplicative, and we take a mean operator or a median one (in stead of a max or a min for an additive bias).

We obtain an image of size $N \times N$ used in an interpolation to reconstruct the total bias on each fiber. We used a bilinear interpolation. The *libirimage* library could be completed to implement a cubic spline interpolation.

We could note that the bias can be estimated more precisely using other means more subtle. Our method stay fast and seems sufficient.

Once the bias is estimated, we need to divide the image by its bias. We need to check that the bias is above one to avoid multiplication in fact ! In the calibration image we [...]

rétablir une dynamique fictive sur 1000 niveaux afin de ne pas avoir de problèmes avec la seconde division pour la calibration du taux d'injection (cf. partie 1.4.1).

1.4 Bloc de calibration et reconstruction

1.4.1 Calibration des taux d'injection

Le bloc d'estimation du flux de gauche permet d'obtenir une image des taux de calibration fibre à fibre. On peut donc l'utiliser pour rétablir une injection de 100% sur toutes les fibres. Pour cela on divise l'image de l'objet par l'image du taux d'injection, après avoir pris quelques précautions sur les valeurs de la calibration (supérieures à 1, avec suffisamment de dynamique).

1.4.2 Reconstruction mosaïque

La reconstruction mosaïque s'effectue en réparant sur toute la surface de chaque fibre la valeur estimée du flux prise après l'image de calibration.

1.4.3 Reconstruction par RBF

A faire...

1.5 Résultats et discussion

Les résultats sont visibles dans la base de données d'images...

1.5.1 Exemple

Les figures 1.5 et 1.6 illustrent toutes les étapes du traitement de l'image. Dans ce cas de figure, le fond de l'image de calibration des fibres est estimé, ce pourquoi il n'apparaît pas sur les images. Le fond de l'objet est par contre fourni. Les images de calibration et l'objet sont toutes les deux dé-biaisées. Ce résultat a été obtenu avec les paramètres par défaut. Sur cet exemple ; on remarque que les images des biais n'ont pas la symétrie circulaire habituelle. La raison est que la majorité du biais venait en fait de la saturation du détecteur qui se traduisait par un nouveau fond additif non prévu au départ, mais qui est tout de même atténué par les traitements.

1.5.2 Discussion

De nombreuses idées d'améliorations ont été proposées dans ce chapitre. Certaines semblent plus importantes que d'autres. Voici la proposition d'un tri de ces idées par ordre décroissant d'importance.

Reconstruction par base de fonctions radiales : cela permet d'obtenir une image lisse et de faire d'éventuels traitements ultérieurs.

Supprimer le zoom sur l'image : le zoom est utile pour diminuer l'effet de l'ouverture numérique avant la LPE. Il faut trouver l'opérateur équivalent sur l'image non zoomée. Une hypothèse à creuser est que ce serait équivalent à une ouverture avec un élément structurant en croix (?).

Auto-contrôle de la détection des fibres : savoir si la détection est correcte, ou si au cours des acquisitions on arrive à un moment où il faut la refaire.

Auto-contrôle de valeur du fond : savoir si le fond proposé est valable ou si il faut l'estimer. Dans le cas où le fond n'est pas fourni, en faut-il un ?

will restore a false dynamic of 1000 levels to avoid any issues with the second division for the calibration of the fiber injection rate. (cf. pat 1.4.1).

1.4 Calibration and reconstruction bloc

1.4.1 Injection rate calibration

The flow estimation block on the left is used to have an image representing the calibration rate per fiber. We can use it to restore a 100% injection on all fibers. To do this, we divide the object image by the injection rate after some filtering on the calibration values (greater than 1, with enough dynamics).

1.4.2 Mosaic reconstruction

The mosaic reconstruction is obtained by spreading on all the fiber surface the same flow value estimated after the calibration image.

1.4.3 RBF reconstruction

To do ...

1.5 Results and discussion

The results are visible on the image database...

1.5.1

Figures 1.5 and 1.6 show all steps of the image processing. In this case, the background of the calibration image is estimated, that is why it does not appear on the images. The object background is given. The calibration images, and the object are unbiased. This results was obtained using default parameters. On this example : we note that the bias images have not the usual circular symmetry. The reason is that the main bias comes from the detector saturation resulting in a new additive background, not present in our first estimations, but the nature of which was attenuated by the processing.

1.5.2 Discussion

Numerous ideas of improvements have been proposed in this chapter. Some of them are more important than others. Here is the proposition of ideas by decreasing order of importance :

Reconstruction using Radial Basis Functions : this should results in smoother images, and allow for further processing

Remove the image zoom : the zoom is useful to lower the effect of the numerical opening before the watershed. We need to find the equivalent operator on an unzoomed image. An hypothesis to dig is that it would be equivalent with an opening using a cross-shape structuring element (?).

Fiber detection auto-control : to know if the detection is correct, or to check if the calibration need to be re-estimated on an acquisition.

Background auto-control : to know if the proposed background is correct, or if it needs to be re-estimated. In this case, the background is not given, do we need one ?

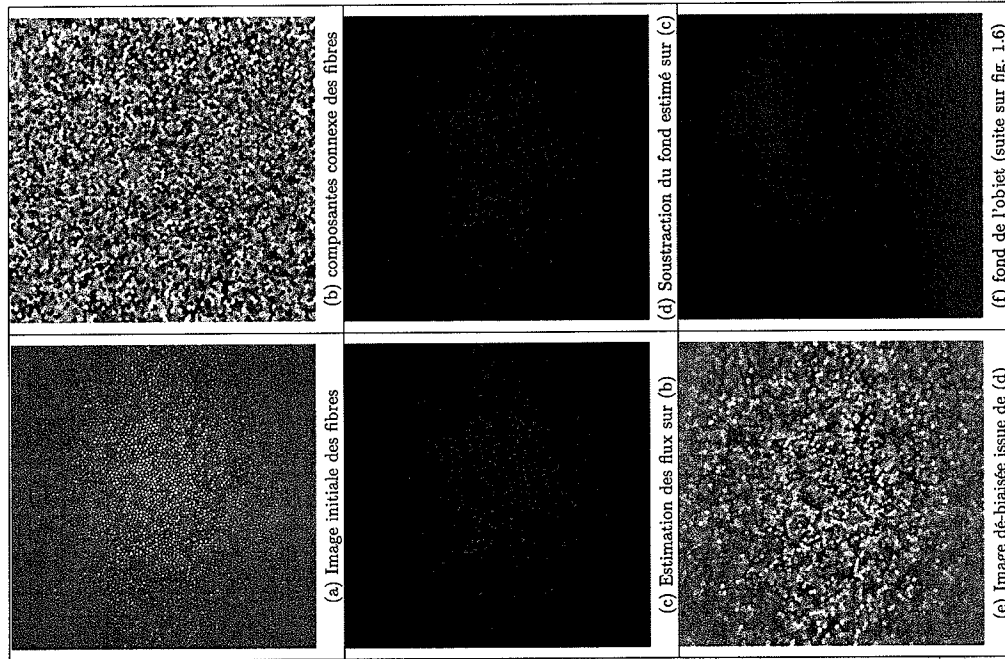


FIG. 1.5 – Etapes intermédiaires de la procédure Image-Cell

(a) Initial image of the fibers (b) connected components of the fibers

(c) flow estimation on (b) - (d) subtraction estimated on (c)

(e) un-biased image from (d) - (f) background of the object (see fig. 1.6)

Fig 1.5 - The different steps of the imagecell process.

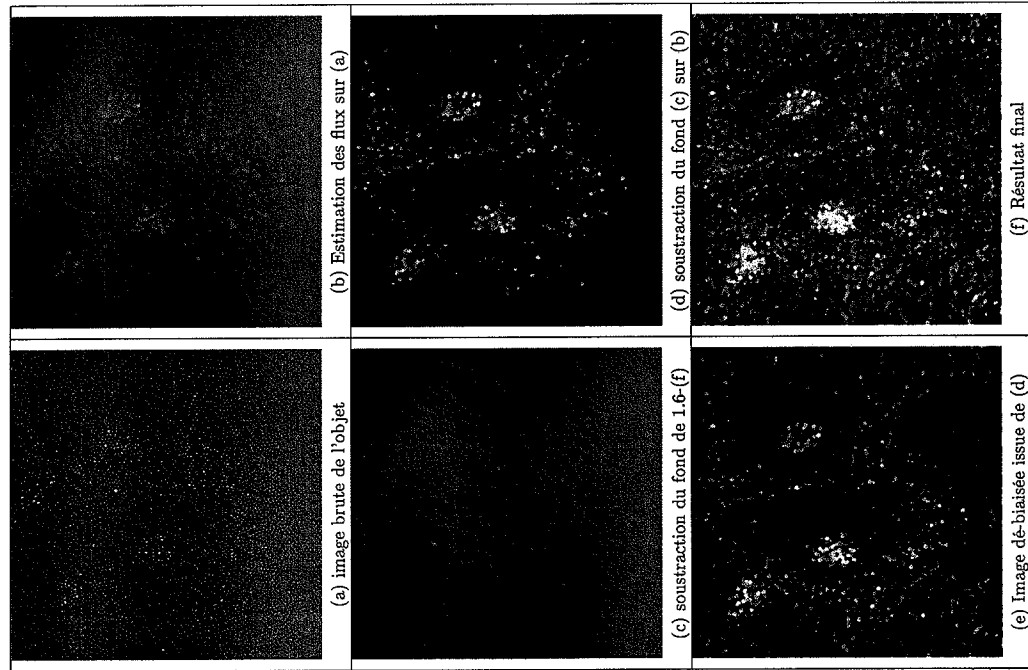


FIG. 1.6 – Etapes intermédiaires de la procédure Image-Cell

(e) unbiased image from (d) - (f) final result

Fig 1.6 Different steps of the imagecell process.

Amélioration continue de la détection des fibres : on devrait pouvoir utiliser les images des objets pour renforcer ou corriger la détection des fibres.
Estimer le biais avec des splines : le biais est estimé par rééchantillonnage bilinéaire qui produit un effet de blocs qui peut être gênant
On peut aussi prévoir plusieurs axes de recherche pour des fonctionnalités futures : ce sera le sujet d'un prochain mémo...

Continuous improvement of the fiber detection : we could use only the object images to improve or correct the fiber detection

Bias estimation using splines : the bias is estimated by bi-linear re-sampling that produces a bloc effect that could be embarrassing

We could also anticipate several research axis for future features : this will be addressed in an other report.